Die Bahn des zweiten Cometen von 1879.

Inaugural-Dissertation,

welche mit Genehmigung der

philosophischen Facultät hiesiger Universität

zur Erlangung der Doctorwürde

am Sonnabend, den 4. August 1883, Vormittags 10½ Uhr,

in der Aula Leopoldina

öffentlich vertheidigen wird

Victor Kremser,

Assistent an dem Königl. meteorologischen Institut in Berlin.

Opponenten:

A. Galle, Dr. phil.

G. Lachmann, Assistent a. d. Kgl. Sternwarte.

BRESLAU,

Buchdruckerei Schreiber & Stummer, Albrechtsstr. 20.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41543115_0114

Herrn Professor Dr. J. G. Galle

in aufrichtiger Verehrung und Dankbarkeit

gewidmet

vom

Verfasser.

Der Komet 1879 II (Swift).

1. **Entdeckung, äussere Erscheinung und scheinbare Bahn.** Der Komet, dessen Bahn allen Beobachtungen möglichst zu accommodiren das Ziel der folgenden Arbeit ist, war der erste neuentdeckte Komet des Jahres 1879. Vorher waren in diesem Jahre der periodische Komet von Brorsen und der erste periodische Komet von Tempel (vom Jahre 1869) wieder aufgefunden worden; da die Perihelpassage unseres Kometen später als die des Brorsen'schen stattfand, so muss er nach der von den Astronomen nunmehr definitiv angenommenen Bezeichnungsweise 1879 II. benannt werden. — Seine Entdeckung erfolgte am 16. Juni durch Lewis Swift zu Rochester N.-Y.; die erste genauere Positionsbestimmung wurde am 20. desselben Monats zu New-Haven vorgenommen; von den europäischen Sternwarten stellte Strassburg die erste Beobachtung an (am 21.). Seitdem beobachtete man ihn fast täglich auf mehreren Sternwarten beider Kontinente bis zum 27. Juli; die darauffolgenden Tage trat wegen des Mondscheins, der sichere Ortsbestimmungen dieses wenig hellen Objects unmöglich machte, eine Pause ein, die bis zum 10. August anhielt; dann konnte er wieder beobachtet werden, aber nur noch kurze Zeit, da sein Licht schnell abnahm und er sich den Blicken der Beobachter bald ganz entzog; die letzte Beobachtung wurde am 23. August zu Cambridge U. S. angestellt.

Die äussere Erscheinung bot keine besonderen Eigenthümlichkeiten. Zur Zeit seiner Entdeckung hatte er die

grösste Helligkeit und einen Durchmesser von 3′, worüber jedoch die Angaben variiren; Mitte August wurde er noch auf 1′,5 resp. 0′,7 geschätzt. Im Anfange zeigte er auch einen kurzen matten Schweifansatz, der sich aber bald verlor; schon am 20. Juni war keine Spur davon mehr zu bemerken. Im Uebrigen erschien er wie ein schwacher rundlicher Nebel mit etwas Verdichtung, ein deutlicher Kern wurde nur einige Mal in Leipzig bemerkt und dann an Helligkeit gleich einem Sterne 13. bis 10. Grösse geschätzt, daselbst konnte auch am 30. Juni eine körnige Structur constatirt werden. Im Allgemeinen bot sich aber kein distinct hervortretender Kern als Fixpunkt für die Beobachtungen dar, und erklärt sich wohl daraus die nur mässige Uebereinstimmung der einzelnen Beobachtungen. — Von einer spectroscopischen Beobachtung musste bei dem schwachen Lichte selbstverständlich ganz abgesehen werden.

Die scheinbare Bahn des Kometen ging von den Füssen der Cassiopeja, wo er entdeckt wurde, durch die neueren Sternbilder des Erntehüters und des Rennthiers, die Füsse des Cepheus, den kleinen Bären und den Drachen, und endigte im Mauerquadranten. Die Bahn ist merkwürdig wegen der so geringen Aenderung in Rectascension und der rapiden Bewegung in Declination, sie wurde dadurch ganz besonders interessant, dass sie fast genau durch den Nordpol führte, indem die kleinste Poldistauz nur einige Secunden betrug — ein Umstand, der allerdings zugleich auch eine gewisse Schwierigkeit für die Beobachtung und Berechnung mit sich brachte.

2. **Die Beobachtungen und die Elementensysteme.** Die bis zu Beginn der Rechnung mir bekannt gewordenen Beobachtungen habe ich chronologisch geordnet und schon wegen Parallaxe corrigirt in der folgenden Tabelle zusammengefasst, in der ich ausser der Parallaxe vorgreifend auch die Aberrationszeit beigefügt habe; die Bedeutung der einzelnen Columnen erklären ihre Aufschriften, unter α ist in der gewöhnlichen Weise die Rectascension, unter δ die Declination zu verstehen:

№	Ort	1879 Mittlere Ortszeit	Aberr.-Zeit	m. Berl. Zt. in Theilen des Tages
1.	Rochester	Juni 16. 13^h	—	—
2.	New-Haven	= 20. 13^h 6^m 12^s	13^m 49^s	20,77616
3.	Strassburg	= 21. 11 38 46	13 47	21,49133
4.	Pola {	= 22. 12 17 36	13 45	22,50142
5.	New-Haven	= 22. 11 38 46	13 45	22,71549
6.	Wien, Stw.	= 23. 11 11 0	13 44	23,44813
7.	Wien, Jos.-St.	= 23. 11 17 19	13 44	23,45260
8.	Leipzig	= 23. 12 9 51	13 44	23,50009
9.	Pola {	= 24. 10 19 59	13 42	24,41977
10.	Mailand	= 24. 11 17 50	13 42	24,47980
11.	New-Haven	= 24. 10 19 15	13 42	24,66030
12.	Cambridge	= 24. 13 37 49	13 42	24,79321
13.	Albany	= 24. 14 10 24	13 42	24,82310
14.	Greenwich	= 25. 11 57 49	13 41	25,52620
15.	Albany	= 25. 12 57 21	13 41	25,77239
16.	Pola	= 26. 10 15 30	13 40	26,41670
17.	Wien, Jos.-St.	= 26. 10 50 51	13 40	26,43427
18.	Kremsmünster	= 26. 11 45 41	13 40	26,47850
19.	Strassburg	= 26. 11 49 25	13 40	26,49988
20.	Albany	= 26. 13 6 43	13 39	26,77890
21.	Albany	= 26. 13 26 23	13 39	26,79256
22.	Cambridge	= 26. 11 44 39	13 39	26,71464
23.	Washington	= 26. 15	—	—
24.	Leipzig	= 27. 11 14 21	13 38	27,46160
25.	Kremsmünster	= 27. 11 27 16	13 38	27,46574
26.	Göttingen	= 27. 13 5 38	13 38	27,54570
27. 28. {	Cambridge	= 27. 12 20 48	13 38	27,73976
29.	Kremsmünster	= 28. 12 8 0	13 37	28,49404
30.	Greenwich	= 28. 11 30 20	13 37	28,50715
31.	Greenwich	= 29. 11 40 34	13 36	29,51426
32.	Brüssel	= 29. 12 18 34	13 36	29,52852

α	δ	Parall. in α	Parall. in δ	Quelle.
				Bd. S.
$2^h\ 30^m$	$+58^0$			A. N. 95 127
$41^0\ 48'\ 3'',5$	$63^0\ 45'\ 27'',0$	$-0^s,59$	$-2'',2$	A. N. 96 273
41 53 7,5	64 29 7,1	−0,37	+4,0	A. N. 95 189
42 0 46,5	65 31 51,7	−0,48	+3,6	A. N. 97 321
42 2 44,6	65 45 31,8	−0,44	+4,1	s. o.
42 8 12,4	66 31 32,7	−0,36	+4,2	A. N. 95 157
42 8 5,0	66 30 49,8	−0,37	+4,1	A. N. 95 157
42 8 35,1	66 34 9,1	−0,44	+3,5	A. N. 96 141
42 15 21,2	67 31 43,8	−0,28	+4,6	s. o.
42 16 33,8	67 35 35,5	−0,44	+4,0	A. N. 95 157
42 18 33,3	67 47 46,7	−0,30	+4,7	s. o.
41 55 41,0	67 32 48,4	−0,66	+2,3	A. N. 96 21
42 19 6,6	67 57 0,1	−0,69	+1,8	A. N. 95 233
42 24 9,4	68 41 40,5	−0,47	+3,5	A. N. 95 237
42 26 29,6	68 57 19,1	−0,66	+2,8	s. o.
42 31 22,2	69 37 47,1	−0,32	+4,5	=
42 32 5,7	69 38 32,1	−0,38	+4,0	=
42 33 13,6	69 41 10,5	−0,51	+3,6	A. N. 96 249
42 32 23,8	69 43 11,4	−0,52	+3,5	s. o.
42 34 41,1	70 0 59,8	−0,71	+2,5	=
42 34 20,8	70 2 4,1	−0,74	+2,2	=
42 33 41,0	69 56 58,7	−0,58	+3,7	=
$2^h\ 50^m\ 18^s$	70 7	—	—	A. N. 95 157
$42^0\ 40'\ 5'',0$	70 44 34,6	−0,45	+3,7	s. o.
42 41 23,6	70 44 31,0	−0,50	+3,7	=
42 41 11,8	70 53 45,9	−0,63	+2,5	A. N. 96 13
42 41 57,2	71 2 17,6	−0,69	+3,1	s. o.
42 41 21,8	71 2 15,5			
42 49 8,4	71 51 19,8	−0,63	+3,1	=
42 48 11,7	71 52 21,5	−0,52	+3,5	=
42 56 13,8	72 54 44,3	−0,58	+3,3	=
42 55 1,5	72 59 16,6	−0,66	+2,9	A. d. B. 1880.

№	Ort	1879	Mittlere Ortszeit			Aberr.-Zeit		m. Berl. Zt. in Theilen des Tages
33.	Marseille	Juni 29.	12^h	39^m	35^s	13^m	36^s	29,54033
34.	Leipzig	= 30.	12	7	7	13	36	30,49829
35.	Marseille	= 30.	11	53	28	13	36	30,50832
36.	Brüssel	= 30.	11	51	13	13	36	30,50953
37.	Albany	= 30.	11	29	11	13	36	30,71120
38.	Cambridge	= 30.	12	46	38	13	36	30,75773
39.	Greenwich	Juli 1.	11	26	21	13	35	1,50440
40.	Cambridge	= 1.	12	40	26	13	35	1,75343
41.	Strassburg	= 2.	11	43	16	13	35	2,49460
42.	Leipzig	= 2.	12	54	42	13	35	2,53134
43.	Cambridge	= 2.	13	10	11	13	35	2,77410
44.	Leipzig	= 4.	10	53	50	13	35	4,44740
45. 46.	Cambridge	= 5.	12	18	51	13	35	5,73845
47.	Albany	= 8.	10	33	1	13	37	8,67220
48.	Cambridge	= 8.	13	27	41	13	37	8,78623
49.	Leipzig	= 9.	11	16	11	13	37	9,46290
50.	Padua	= 11.	13	55	37	13	40	11,57503
51.	Kremsmünster	= 12.	12	0	2	13	41	12,48847
52.	Padua	= 12.	13	24	58	13	41	12,55374
53.	Cambridge	= 12.	12	19	8	13	42	12,73857
54.	Leipzig	= 14.	11	56	33	13	45	14,49084
55.	Padua	= $15.^{I.}$	12	38	30	13	47	$^{I.}$ 15,52140
56.	Padua	= $15.^{II.}$	14	15	43			$^{II.}$ 15,58892
57.	Königsberg	= 16.	11	44	7	13	49	16,45965
58. 59.	Padua Padua	= 17.	13	45	31	13	52	17,56790
60.	Königsberg	= 17.	12	6	25	13	51	17,47512
61.	Leipzig	= 18.	11	17	27	13	54	18,46358
62.	Leipzig	= 19.	11	26	55	13	57	19,47013
63.	Kiel	= 19.	12	23	5	13	57	19,51536
64.	Leipzig	= 21.	11	18	18	14	3	24,46407

α	δ	Parall. in α	Parall. in δ	Quelle.
42° 56′ 45″,9	72° 57′ 46″,3	—0$_s$,79	+2″,7	C. R. LXXXIX.
43 4 35,2	73 59 50,3	— 0,68	+2,9	s. o.
43 4 35,7	74 0 24,2	— 0,76	+3,2	C. R. LXXXIX.
43 4 58,6	74 1 21,9	— 0,66	+3,1	s. o.
43 6 42,8	74 13 32,3	— 0,72	+3,5	〃
43 6 7,0	74 16 35,3	— 0,91	+2,4	〃
43 12 27,9	75 4 32,2	— 0,64	+3,2	〃
43 14 25,5	75 21 11,9	— 0,90	+2,4	〃
43 21 50,4	76 9 23,6	— 0,79	+3,0	〃
43 21 46,6	76 11 50,2	— 0,89	+2,1	〃
43 23 8,0	76 27 38,8	— 1,09	+1,8	〃
43 37 38,8	78 16 47,6	— 0,74	+3,3	〃
43 47 10,4	79 41 29,8	— 1,34	+2,3	〃
43 47 19,6	79 41 28,5			
44 11 58,6	82 54 12,7	— 1,39	+3,4	〃
44 10 9,6	83 1 47,3	— 2.16	+0,8	〃
44 18 6,3	83 46 18,6	— 1,63	+2,5	〃
44 31 57,6	85 59 49,8	— 3,57	0,0	A. N. 96 157.
44 31 3,0	87 4 41,8	— 4,25	+1,6	s. o.
44 29 39,0	87 9 41,2	— 5,03	+0,3	〃
44 38 21,3	87 21 33,3	— 5,38	+1,4	〃
43 18 20,6	89 16 21,7	—16.14	+1,3	〃
II. 227 2 4,5	I. 89 35 54,5	+33,0	+0,7	〃
II. 220 49 4,5	I. 89 34 49,0			
226 43 57,0	88 35 32,9	+ 7,43	—1,2	A. N. 100 247.
226 19 50,4	87 23 6,5	+ 5,36	+0,5	s. o.
226 23 20,4	87 23 30,5			
226 22 16,0	97 29 25,3	+ 4,37	—0,8	〃
226 24 26,1	86 25 16,6	+ 3,01	—1,4	〃
226 28 45,8	85 21 39,7	+ 2,39	—1,2	〃
226 37 1,0	85 17 42,5	+ 2,41	—0,4	A. N. 95 236
226 44 32,8	83 13 11,0	+ 1,62	—1,0	s. o.

№	Ort	1879	Mittlere Ortszeit			Aberr.-Zeit		m. Berl. Zt. in Theilen des Tages
65.	Padua	Juli 21.	12^h	12^m	14^s	14^m	3^s	21,50297
66.	Leipzig	= 22.	11	31	16	14	7	22,47303
67.	Padua	= 23.	12	44	52	14	10	23,52555
68.	Königsberg	= 23.	11	34	46	14	10	23,45291
69.	Cambridge	= 23.	14	4	40	14	11	23,81150
70.	Padua	= 24.	11	8	46	14	14	24,45877
71.	Cambridge	= 24.	12	2	55	14	15	24,72692
72.	Padua	= 25.	14	17	26	14	18	25,58975
73.	Königsberg	26.	12	53	19	14	22	26,50732
74.	Padua	= 26.	12	40	24	14	23	26,52230
75.	Padua	= 27.	13	40	19	14	27	27,56387
76.	Cambridge	Aug. 10.	12	30	54	15	50	10,74526
77.	Padua	= 11.	11	45	14	15	55	11,48293
78.	Cambridge	= 11.	12	10	36	15	57	11,73103
79.	Leipzig	= 12.	10	10	50	16	2	12,41584
80.	Padua	= 12.	11	32	14	16	2	12,47380
81.	Leipzig	= 13.	10	17	29	16	9	13,42037
82.	Leipzig	= 14.	10	51	56	16	17	14,44421
83.	Leipzig	= 17.	11	20	52	16	41	17,46403
84.	Cambridge	19.	13	26	45	16	59	19,78323
85.	Cambridge	20.	12	23	43	17	7	20,73937
86.	Cambridge	23.	11	43	45	17	33	23,71132

α	δ	Parall. in α	Parall. in δ	Quelle.
226° 47′ 20″,7	83° 10′ 21″,7	+ 1ˢ,98	—0″,5	s. o.
226 53 48,4	82 9 17,9	+ 1,44	—0,7	=
227 3 31,5	81 2 50,7	+ 1,54	+ 0,3	=
227 2 39,9	81 7 33,5	+ 1,19	—0,5	=
227 6 33,6	80 45 10,6	+ 1,52	+ 1,6	=
227 14 0,4	80 6 7,9	+ 1,23	—1,0	=
227 15 11,1	79 47 55,3	+ 1,38	—0,3	=
227 23 24,8	78 54 43,5	+ 1,16	+ 1,9	=
227 34 25,0	77 58 4,1	+ 0,94	+ 0,9	=
227 35 23,2	77 57 18,9	+ 1,13	+ 0,6	=
227 44 42,2	76 52 53,9	+ 1,01	+ 1,6	=
230 25 4,5	63 30 23,6	+ 0,50	+ 1,7	=
230 33 15,0	62 53 5,9	+ 0,47	+ 1,3	=
230 36 37,5	62 40 25,2	+ 0,49	+ 1,5	=
230 45 3,0	62 5 22,0	+ 0,36	+ 0,5	=
230 45 59,6	62 2 19,8	+ 0,45	+ 1,2	=
230 56 54,3	61 14 48,0	+ 0,35	+ 0,7	=
231 9 13,6	60 24 16,3	+ 0,36	+ 1,1	=
231 46 12,4	57 58 15,2	+ 0,34	+ 1,6	=
232 14 18,4	56 10 54,3	+ 0,33	+ 2,8	=
232 25 52,4	55 27 53,3	+ 0,36	+ 2,2	=
233 3 11,6	53 17 35,8	+ 0,34	+ 1,9	=

Bei den Quellen-Angaben ist:

A. N. = Astronomische Nachrichten;

A. d. B. = Annales de l'observatoire de Bruxelles;

s. o. (= siehe oben) verweist auf das vorhergehende Citat für denselben Beobachtungsort.

Die nächste Aufgabe war nun, diese Beobachtungen mit den aus nahezu richtigen Elementen für die betreffende Zeit

	I	II	III
Berechner	Holetschek	Zelbr	Küstner
T in m. Berl. Zt.	Apr. 25,8508	27,02782	27,3357
π	24° 56′ 16″	46° 49′ 55″,5	48° 38′ 42″,4
Ω	40 27 54	45 10 56,2	45 33 36.6
i	106 0 43	106 55 21,7	107 0 7.5
lg q	9,83135	9,941154	9,948935
Richt. d. Beweg.	R	R	R
Darst. d. m. Ortes $\Delta\lambda\cos\beta$; $\Delta\beta$	$-8''$; $+13''$	$+0''{,}2$; $-7''{,}6$	$-2''{,}2$; $-6''.7$
Zu Grunde gelegte Beobb.	Juni 21. 23. 24.	Juni 21. 24. 28.	Juni 21. 26. Juli 2.
Quelle	A. N. 95 157	95 187	95 189

Die Elemente beziehen sich auf das m. Aequinoctium 1879,0; die Bezeichnungsweise ist die von den Astronomen allgemein angewandte.

Bei der Frage, welches Elementensystem Ausgangspunkt der folgenden Untersuchung werden sollte, konnten nur die letzten drei in engere Wahl kommen, da die ersten auf zeitlich zu nahe liegenden Beobachtungen beruhen; der gleiche Mangel veranlasste mich aber auch das Safford'sche System trotz der guten Darstellung des mittleren Ortes fallen zu lassen, und von den letzten beiden nahm ich das von Franz erhaltene System an, da die zu Grunde liegenden Beobachtungen den weitesten Zeitraum umfassen, und schliesslich auch der im mittleren Orte übrig bleibende Fehler geringer als bei dem Abetti'schen ist. —

Mit dem Franz'schen Elementensystem wurde nun eine über die ganze Dauer der Sichtbarkeit sich erstreckende Ephemeride in den polaren Aequatorcoordinaten hergestellt. Dabei wurde allgemein der Gebrauch nur sechsstelliger Logarithmen als völlig ausreichend erachtet, da der wahrscheinliche

sich ergebenden Oertern zu vergleichen. Es standen mir dazu folgende Elementensysteme zur Verfügung:

IV	V	VI	VII
Leitsmann	Safford	Franz	Abetti
27.26400	27,1891	27,4312	28,06793
48° 19′ 53″,8	49° 9′ 23″,5	49° 10′ 53″,8	47° 9′ 17″,1
45 32 17,9	45 41 10,5	45 41 31,1	44 57 29,9
107 0 6,7	107 1 53,6	107 1 56,9	107 14 18,6
9,947295	9,950918	9,951037	9,940522
R	R	R	R
$\Delta\lambda$	$\Delta\lambda$		
$+8''{,}5; -5''{,}0$	$+0''{,}6; +0''{,}3$	$+7''{,}4; -9''{,}9$	$-1''{,}5; +15''{,}9$
Juni 21. 27.	Juni 24. 30.	Juni 21.	Juli 11. 26.
Juli 2.	Juli 8.	Juli 2. 26.	Aug. 11.
95 269	95 269	95 299	98. 49

Fehler selbst einer guten Beobachtung minder heller Kometen doch einige Secunden beträgt, und es daher hinreichend ist, Zehntel-Secunden in Ansatz zu bringen; der Zeit- und Arbeitsaufwand bei Berücksichtigung der Hunderttheile und somit bei Benutzung siebenstelliger Logarithmen steht mit der hier wirklich erlangten bezw. zu erlangenden Genauigkeit nicht im Einklange. — Auch in den übrigen Theilen der Rechnung habe ich der praktischen Seite der Aufgabe die möglichste Aufmerksamkeit gewidmet, um die nöthige Schärfe mit der thunlichsten Kürze zu verbinden.

Die Ephemeride habe ich zunächst von zwei zu zwei Tagen berechnet und durch Interpolation in die Mitte die Oerter von Tag zu Tag erhalten; dies hielt ich für statthaft, weil die dritten Differenzen sowohl der Rectascensionen, wie auch der Declinationen fast gar keinen Gang zeigten, und ich also nur durch Rücksichtnahme auf die zweiten Differenzen

völlig scharf die Coordinaten für die zwischenliegenden Tage berechnen konnte. Davon auszunehmen sind freilich die Oerter in der Nähe des Pols, wo die Declination und ganz besonders die Rectascension rasche Aenderungen erfahren muss, sodass die Interpolation bei einer Ephemeride von dem hier gebrauchten Intervall zu ungenaue Werthe ergiebt. Die Berechnung dieser erfordert eine eigene Erörterung.

3. **Ueber die Berechnung polnaher Orte.** Man half sich in diesem Falle auf dreierlei Art:

Die Einen verringerten — was am nächsten liegt, — das Intervall und berechneten die Ephemeride von 12 zu 12 Stunden oder für noch kürzere Zwischenzeiten: dieses Mittel, die Schwierigkeit zu umgehen, wird zwar bei mässiger Polnähe meist von Erfolg sein, ist aber, selbst wenn diese Bedingung erfüllt, wegen der Verdoppelung oder eigentlich mehrmaligen Vervielfältigung der direct zu berechnenden Oerter mit zu grossem Arbeitsaufwande verknüpft. Die Anderen — und das geschah meist — gaben die Ephemeride für die Aequatorcoordinaten auf und berechneten eine solche für die polaren Ekliptikcoordinaten, sodass sie dann nachher die so für eine bestimmte Zeit interpolirten wieder in AR und D umwandeln mussten. Diese mühsame Umrechnung und der Umstand, dass die Pole der Ekliptik und des Aequators nur um etwa 23° von einander abstehen, wodurch nur zu häufig sich dieselbe Schwierigkeit bei der Rechnung mit Länge und Breite einstellt, lassen auch dieses Verfahren nicht als practisch und auch nicht als zulänglich erscheinen. Drittens endlich interpolirte man an Stelle der polaren Aequatorcoordinaten die rechtwinkligen und rechnete die durch Interpolation erhaltenen Werthe direct in die verlangten Polarcoordinaten um. Oppolzer*) hält auch diese Methode für unzureichend, weil „der Fehler der Ephemeride zerlegt nach den Componenten der polaren Coordinaten nothwendig rasche Aenderungen zeigen muss und im Falle der Polpassage in

*) v. Oppolzer, Lehrb. z. Bahnbest. d. Kometen u. Planeten, Bd. II, 1880. S. 375 etc.

beiden Coordinaten eine völlige Discontinuität eintritt", und giebt schliesslich als radicales Auskunftsmittel folgenden Weg an:

Er dreht das Aequatorealsystem um die YAchse um 90° so, dass das Aequinoctium Pol des neuen Systems wird, und wählt den Nordpol des Aequators zum Nullpunkt der Zählung. Zwischen den neuen $(x'y'z')$ und den alten (xyz) Coordinaten bestehen dann die Gleichungen

$$\begin{aligned} x' &= z \\ y' &= y \\ z' &= x \end{aligned} \qquad (1)$$

Zur Berechnung der auf das neue System bezüglichen polaren Coordinaten $(\alpha' \delta')$ hat man dann, indem man mit ξ, η, ζ, die bereits berechneten geocentrischen Aequatorcoordinaten bezeichnet:

$$\begin{aligned} \Delta \cos\alpha' \cos\delta' &= \zeta \\ \Delta \sin\alpha' \cos\delta' &= \eta \\ \Delta \sin\delta' &= \xi. \end{aligned} \qquad (2)$$

Aus der Art der Verschiebung folgt, dass für polnahe Orte die neuen polaren Coordinaten stets klein (positiv oder negativ) sein werden und es fällt daher die rasche Aenderung, wie sie bei dem alten System nothwendig war, fort; man kann sich demnach eine Ephemeride von $\alpha' \delta'$ bilden, aus der man durch bequeme Interpolation $\alpha' \delta'$ für einen bestimmten Zeitpunkt erhält; schliesslich ergiebt sich die Umrechnung dieser Coordinaten in die alten vermöge der obigen Relation (1) eindeutig durch:

$$\begin{aligned} \cos\alpha' \cos\delta' &= \sin\delta \\ \sin\alpha' \cos\delta' &= \sin\alpha \cos\delta \\ \sin\delta' &= \cos\alpha \cos\delta. \end{aligned} \qquad (3)$$

Ich habe demgemäss die bereits berechneten zweitägigen rechtwinkligen Coordinaten benutzt, um eine von zwei zu zwei Tagen fortschreitende Ephemeride der $\alpha' \delta'$ anzufertigen, dieselbe durch Interpolation in die Mitte auf eine tägliche erweitert, alsdann für die Zeitmomente der Beobachtungen interpolirt und schliesslich die so erhaltenen $\alpha' \delta'$ nach (3) in $\alpha \delta$ umgewandelt. — Bei dieser Umwandlung machte es sich

jedoch bemerkbar, dass zwar ζ sich scharf ermitteln liess, nicht aber so α u. z. dem Anscheine nach besonders deswegen, weil die Rectascension unseres Kometen sich selbst in der Nähe der Polpassage nur wenig von 45^0 resp. 225^0 entfernte, wo bekanntlich die Bestimmung durch die Tangente am wenigsten genau ist. Ich glaubte diesem Uebelstande abhelfen zu können, indem ich zuerst eine Drehung um die ZAchse um 45^0 vornahm und alsdann erst nach der Oppolzer'schen Art drehte; die Rechnung wird dann dieselbe, wie vorher, wenn man für die früheren

$$(4) \qquad \begin{cases} \xi \text{ nun } (\xi - \eta) \cos 45^0 \\ \eta \;=\; (\xi + \eta) \cos 45^0 \\ \zeta \;=\; \zeta \qquad\qquad \text{setzt.} \end{cases}$$

Man erhält dann andere Polarcoordinaten, die α'' ζ'' heissen mögen und für die man sich eine Ephemeride in derselben Weise wie oben bilden kann, und aus ihnen schliesslich α und ζ eindeutig durch

$$(5) \qquad \begin{aligned} \cos\zeta'' \cos\alpha'' &= \sin\zeta \\ \cos\zeta'' \sin\alpha'' &= \cos\delta \sin(\alpha + 45^0) \\ \sin\zeta'' &= \cos\delta \cos(\alpha + 45^0) \end{aligned}$$

Dabei wird nun α durch tg $(\alpha + 45^0)$ bestimmt, also durch die Tangente eines Winkels, der nahe an 90^0 resp. 270^0 liegt.

Bei näherer Untersuchung zeigte es sich jedoch, dass die hierdurch erzielte Verbesserung keine so wesentliche, sondern nur eine relative ist, und dass eine Unsicherheit in der Bestimmung der Rectascension bei hohen Declinationen bleibt, in welchen Graden sich auch die Rectascension bewegen mag.

Ja, die Unsicherheit bleibt, auch wenn man sich der Mühe unterziehen wollte, die einzelnen Polorte direct zu berechnen; denn der geringste innerhalb der gewöhnlichen logarithmischen Fehlergrenzen erlaubte Fehler bei den in hohen Declinationen nothwendig sehr kleinen X und Y Coordinaten muss sich nach der Art der Berechnung der polaren Coordinaten aus den rechtwinkligen in stark verschärftem Maasse auf α übertragen.

Um mir von diesem Verhalten von α mathematisch Rechenschaft zu verschaffen und die Methoden nach dieser Hinsicht

zu vergleichen, stellte ich mir die Aenderungen der gewöhnlichen Polarcoordinaten ($\alpha\,\delta$) sowohl, wie der bei der Oppolzerschen ($\alpha'\,\delta'$) und der doppelten ($\alpha''\,\delta''$) Drehung auftretenden als Functionen der Variationen der rechtwinkligen Coordinaten dar und erhielt aus den bekannten Gleichungen

$$\begin{aligned}\xi &= \Delta\,\cos\delta\,\cos\alpha\\ \eta &= \Delta\,\cos\delta\,\sin\alpha\\ \zeta &= \Delta\,\sin\delta\end{aligned}$$

und den obigen Formeln (2) und (4) durch Differentiation und nach gehöriger Ordnung:

$$(6)\quad \begin{cases} d\alpha = \dfrac{d\eta\,\cos\alpha - d\xi\,\sin\alpha}{\Delta\,\cos\delta}\\ d\delta = -(d\xi\,\cos\alpha + d\eta\,\sin\alpha - d\zeta\,\operatorname{cotg}\delta)\dfrac{\sin\delta}{\Delta}\end{cases}$$

$$(7)\quad \begin{cases} d\alpha' = \dfrac{d\eta\,\cos\alpha' - d\zeta\,\sin\alpha'}{\Delta\,\cos\delta'}\\ d\delta' = -(d\zeta\,\cos\alpha' + d\eta\,\sin\alpha' - d\xi\,\operatorname{cotg}\delta')\dfrac{\sin\delta'}{\Delta}\end{cases}$$

$$(8)\quad \begin{cases} d\alpha'' = \dfrac{\cos 45^0\cos\alpha''(d\xi + d\eta) - \sin\alpha''\,d\zeta}{\Delta\,\cos\delta''}\\ d\delta'' = -\left\{\begin{array}{l} d\zeta\cos\alpha'' + (d\xi + d\eta)\cos 45^0\sin\alpha''\\ \quad -(d\xi - d\eta)\cos 45^0\,\operatorname{cotg}\delta''\end{array}\right\}\dfrac{\sin\delta''}{\Delta}\end{cases}$$

Die Aenderungen der eigentlichen Polarcoordinaten $\alpha\ \delta$ drückten sich schliesslich durch die Aenderungen der $\alpha'\ \delta'$ und $\alpha''\,\delta''$ vermöge (3) und (5) in folgender Weise aus:

$$(9)\quad \begin{cases} d\alpha = \dfrac{1}{\cos^2\delta}(\sin\delta'\,\sin\delta\,d\alpha' - \sin\alpha'\,d\delta')\\ d\delta = -(\sin\alpha\,d\alpha' + \cos\alpha\,\cos\alpha'\,d\delta')\end{cases}\qquad (\text{s. }(7))$$

$$(10)\quad \begin{cases} d\alpha = \dfrac{1}{\cos^2\delta}(\sin\delta''\,\sin\delta\,d\alpha'' - \sin\alpha''\,d\delta'')\\ d\delta = -(\sin(\alpha + 45^0)\,d\alpha'' + \cos(\alpha + 45^0)\cos\alpha''\,d\delta'')\end{cases}\qquad (\text{s. }(8))$$

Diese Differentialformeln, deren Richtigkeit an Beispielen

numerisch geprüft wurde, zeigen zunächst, dass allgemein kleine Fehler in den rechtwinkligen Coordinaten nach jeder Methode — auch nach der oben S. 12 als dritte genannten, welche ich hier in die Betrachtung mit hineinziehe und über die die Formeln (6) Auskunft geben — auch nur kleine Fehler in δ zur Folge haben und dass nur dann sich auch eine grössere Ungenauigkeit geltend machen kann, wenn Δ, das ja in den betreffenden Formeln im Nenner steht, sehr klein wird, also in dem sehr speciellen Falle, wo ein der Erde sehr naher Himmelskörper dem Pole nahe kommt. Es ist somit die Behauptung Oppolzers in Betreff der dritten Methode (S. 12), dass „der Fehler der Ephemeride (der rechtw. Coordin.) zerlegt nach den Componenten der polaren Coordinaten nothwendig rasche Aenderungen zeigen muss", auf die Rectascension zu beschränken.

Diese freilich wird der Fehler der rechtwinkligen Coordinaten, den man bei der directen Rechnung erwarten kann, und um so mehr bei dem Interpolationsverfahren, unverhältnissmässig stark beeinflussen, wie aus Formel (6) wegen des im Nenner vorkommenden bei hohen Declinationen sehr kleinen Factors $\cos\delta$ hervorgeht, während in der That δ', δ'' und auch α', α'' sich gemäss (7) und (8) — $\cos\delta'$ und $\cos\delta''$ ist nahe gleich 1 — scharf bestimmen lassen. Aber bei der Umrechnung dieser neuen Polarcoordinaten in die verlangten (α, δ) tritt der alte Mangel doch von Neuem auf u. z. in noch vergrössertem Masse, denn hier kommt in dem Ausdruck für $d\alpha$ aus $d\alpha'$, $d\delta'$, resp. $d\alpha''$, $d\delta''$, (Formel (9) und (10)) sogar das Quadrat des $\cos\delta$ im Nenner vor. — Von einer ungenaueren Bestimmung der Rectascension ist somit keine der Methoden frei.

Um einen Maassstab für die Grösse dieser Ungenauigkeit zu haben und das Verhalten der Methoden numerisch zu erweisen, nahm ich als — übrigens kleinsten zu erwartenden — Fehler der rechtwinkligen Coordinaten je eine Einheit der letzten (hier 6ten) Stelle an und ferner dem entsprechend 0″,1 als Fehler der neuen polaren Coordinaten, und berechnete die dazu gehörigen Fehler von $\alpha'\,\delta'$, $\alpha''\,\delta''$ für je einen Ort

unseres Kometen vor und nach dem Poldurchgange (Juli 10.5 und 18.5), sowie für einen in der nächsten Nähe des Poles (Juli 14.5). Dieselben sind im folgenden Täfelchen zusammengefasst:

(Die Vorzeichen kehren sich wechselseitig um.)

I. Juli 10,5 ($\delta = 84^0\ 54'$) ($\alpha = 44^0\ 42'$)

dx	dy	dz	d α	d δ	d α′	d δ′	d α″	d δ″
			″	″	″	″	″	″
+ 1	0	0	—0,99	—0,09	0,00	+0,12	+0,09	+0,09
0	+ 1	0	+ 1,00	—0,09	+0,12	0,00	+0,09	+0,09
0	0	+ 1	0,00	+0,01	—0,01	—0,01	—0,01	0,00

II. Juli 14,5 ($\delta = 89^0\ 17'$) ($\alpha = 43^0\ 3'$)

+ 1	0	0	6,66	0,09	0,00	+0,12	+0,09	+0,09
0	+ 1	0	+7,12	—0,08	+0,12	0,00	+0,09	—0,09
0	0	+ 1	0,00	+0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

III. Juli 18,5 ($\delta = 86^0\ 24'$) $\alpha = 226^0\ 29'$)

+ 1	0	0	+1,41	+0,08	0,00	+0,12	+0,09	+0,09
0	+ 1	0	—1,34	+0,09	+0,12	0,00	+0,09	—0,09
0	0	+ 1	0,00	+0,01	+0,01	+0,01	+0,01	0,00

d α′	d δ′	I d α	I d δ	II d α	II d δ	III d α	III d δ
+0″,1	0″,0	+0,80	—0,07	+5,78	—0,07	—1,09	+0,07
0 ,0	+0 ,1	—0,79	+0,07	—5,40	+0,07	+1,15	—0,07

d α″	d δ″	I d α	I d δ	II d α	II d δ	III d α	III d δ
+0,1	0,0	+0,01	—0,10	+0,27	—0,10	+0,04	+0,10
0,0	+0,1	—1,13	0,00	—7,90	0,00	+1,59	0,00

Die bei den so gering angenommenen Fehlern überraschende Grösse der resultirenden, die überdies bei Composition der ersteren sich gemäss den Tafeln noch sehr verstärken können, würde natürlich, wofern eben eine grössere Genauigkeit nothwendig ist, dazu Veranlassung geben, anstatt der 6stelligen 7stellige Logarithmen zu gebrauchen. Aber abgesehen davon, dass hierdurch trotz der erheblichen Mehrarbeit im Grunde doch nicht völlige Remedur geschaffen wird — es sind auch so noch Fehler von Secunden möglich — wird man in den allermeisten Fällen hievon abzustehen darum befugt sein, weil die Beobachtungen in der Nähe des Pols in Bezug auf Rectascension auch sehr viel zu wünschen übrig lassen — zeigt doch die Vergleichung der Beobachtungen mit den schon verbesserten Elementen Differenzen von ganzen Graden bei den dem Poldurchgange am nächsten gelegenen Beobachtungen von Padua und von mehreren Minuten bei den allerbesten polnahen Beobachtungen . . und weil schliesslich die Differenz Rechnung weniger Beobachtung nicht direct, sondern ihr auf den Aequator reducirter Werth für die spätere Rechnung in Betracht kommt.

Indem man dies Alles berücksichtigt, kann man polnahe Orte, die sich durch Interpolation aus der gewöhnlichen Ephemeride nicht herstellen lassen, durch die Oppolzer'sche Methode und auch aus den rechtwinkligen Coordinaten ohne Vergrösserung der rechnerischen Hülfsmittel durch bequeme Interpolation — und das ist der Hauptvortheil — berechnen; allerdings wird man, da bei den rechtwinkligen Coordinaten drei, bei den Oppolzer'schen nur zwei Interpolationen anzustellen sind, der Oppolzer'schen Methode dann den Vorzug geben, wenn eine grössere Anzahl von Beobachtungen in der Nähe des Pols vorliegt, wo die Bildung einer Ephemeride der $\alpha' \delta'$ eine verhältnissmässig geringe Arbeit ist.

Ich gebe zum Schluss eine Zusammenstellung der aus den verschiedenen Rechnungsarten resultirenden Polarcoordinaten der polnahen Orte unseres Kometen:

AR

Ort und Datum	Direct	Interpol. d. rechtw. Coord.	Oppolzer	Doppelte Drehung
Albany Juli 8	44° 9′ 34″,8		9′35″,0	
Cambridge Juli 8	44 10 25,0	10′23″,6	10 24,5	
Leipzig Juli 9	44 15 5,7		15 7,6	
Padua Juli 11	44 26 1,7		26 0,5	
Kremsm. Juli 12	44 26 17,9		26 11,2	
Padua Juli 12	44 25 59,0		25 59,0	
Cambridge Juli 12	44 25 14,3	25 8,6	25 7,4	25′ 8″,0
Leipzig Juli 14	43 4 41,0	5 2,1	5 7,6	5 5,4
Padua Juli 15,52	229 46 31,9	46 31,9	46 31,6	46 24,7
Padua 15,59	229 6 40,7	6 32,1	6 33,1	6 29,4
Königsb. Juli 16	226 50 49,0	50 45,7	50 39,3	50 42,0
Königsb. Juli 17	226 30 14,3	30 12,6	30 8,1	30 10,4
Padua Juli 17	226 29 36,3		29 34,7	
Leipzig Juli 18	226 28 41,4	28 34,7	28 35,1	28 34,5
Leipzig Juli 19	226 32 39,0		32 38,3	
Kiel Juli 19	226 32 55,7		32 52,6	
Leipzig Juli 21	226 47 0,2		46 59,8	
Padua Juli 21	226 47 20,2		47 19,5	
Leipzig Juli 22	226 55 49,0	55′ 49,3	55 46,2	

Decl.

Albany Juli 8	82° 53′ 58″,6		58″,2	
Cambridge Juli 8	83 1 28,6	28″,6	28,1	
Leipzig Juli 9	83 45 58,5		58,3	
Padua Juli 11	86 4 49,1		49,4	
Kremsm. Juli 12	87 4 47,6		47,8	
Padua Juli 12	87 9 4,4		4,7	
Cambridge Juli 12	87 21 11,8	12,0	12,1	12″,0
Leipzig Juli 14	89 15 54,8	54,6	54,7	54.8
Padua Juli 15,52	89 36 43,7	43,7	43,7	43,7
Padua 15,59	89 32 20,1	20,4	20,4	20,3

Ort und Datum	Decl. Direct	Interpol. d. rechtw. Coord.	Oppolzer	Doppelte Drehung
Königsb. Juli 16	88° 35′42″,8	42″,9	42″,9	43″,0
Königsb. Juli 17	87 29 51,0	51,2	51,3	51,3
Padua Juli 17	87 23 50,8		50,9	
Leipzig Juli 18	86 25 59,0	59,3	59,3	59,2
Leipzig Juli 19	85 21 14,0		14,1	
Kiel Juli 19	85 18 19,9		20,0	
Leipzig Juli 21	83 13 55,2		55,2	
Padua Juli 21	83 11 26,8		27,0	
Leipzig Juli 22	82 10 2,3	2,3	2,3	

4. Vergleichung der Beobachtungen mit den Elementen. Discussion der Beobachtungen. Ich kehre nunmehr zu der eigentlichen Aufgabe zurück. Zum Zwecke der Vergleichung der Beobachtungen mit den aus den angenommenen Elementen sich ergebenden Werthen habe ich die durch Interpolation aus der gewöhnlichen Ephemeride und resp. durch das Oppolzer'sche Verfahren für die wegen Reduction auf Berlin und wegen Aberration — wofür ich den betreffenden Betrag gleich der ersten Tafel anfügte — corrigirten Beobachtungs-Zeiten erhaltenen mittleren sphärischen Coordinaten in scheinbare umgerechnet*) u. zw. vermittelst einer eigenen kleinen Ephemeride, ausgenommen jedoch die Polorte, wo eine directe Berechnung nothwendig wurde, da AR app. — AR 1879.0 auch zu schnellen Aenderungen unterworfen war. Diese Werthe müssten nun, wenn das angenommene Elementensystem richtig wäre, mit den wegen Parallaxe — s. die diesbezügliche Columne in Tafel I — verbesserten Beobachtungen übereinstimmen. Eine Aende-

*) Im astronomischen Jahrbuch für 1879 fehlt in dem Ausdruck für AR. app. bei dem Gliede $g \sin(G + a)$ der Factor tang δ.

rung des Elementensystems wurde aber nothwendig, da sich folgende Differenzen im Sinne — Rechnung weniger Beobachtung — herausstellten:

Ort.	Datum	B B $\Delta \alpha \cos \delta$	$\Delta \delta$
New-Haven	VI. 20	— 6″,0	— 31″,2
Strassburg	VI. 21	+ 2,6	— 4,8
New-Haven	VI. 21	((+ 13,0))	((— 17,7))
Pola	VI. 22	+ 3,8	— 11,2
New-Haven	VI. 22	— 4,3	— 31,7
Wien, Stw. *	VI. 23	+ 0,3	[— 48,6]
Wien, Jos.-St. *	VI. 23	+ 4,1	[+ 11,0]
Leipzig	VI. 23	+ 0,8	— 10,0
Pola	VI. 24	+ 9,9	— 2,4
Mailand	VI. 24	— 7,1	— 7,7
New-Haven *	VI. 24	— 20,2	[— 57,1]
Cambridge *	VI. 24	[+ 519,3]	+ 1343,0
Albany	VI. 24	— 3,7	+ 5,1
Greenwich	VI. 25	+ 7,5	— 10,8
Albany	VI. 25	— 0,9	— 14,1
Pola	VI. 26	+ 4,6	+ 11,4
Wien, Jos.-St.	VI. 26	— 7,6	[+ 33,4]
Strassburg	VI. 26	— 3,2	+ 0,3
Kremsmünster *	VI. 26	— 23,8	[+ 43,8]
Albany	VI. 26	— 4,1	+ 1,4
Albany	VI. 26	+ 5,1	— 10,7
Cambridge	VI. 26	+ 5,9	— 3,0
Leipzig	VI. 27	— 2,2	— 0,4
Kremsmünster *	VI. 27	[— 27,5]	+ 19,4
Göttingen *	VI. 27	(— 10,8)	(— 229,3)
Cambridge	VI. 27	+ 5,3	+ 3,5
		+ 16,8	+ 5,6
Kremsmünster *	VI. 28	— 15,1	[— 38,7]
Greenwich	VI. 28	((+ 4,5))	((— 49,9))

Ort.	Datum	R — B $\Delta\alpha \cos\delta$	$\Delta\delta$
Greenwich	VI. 29	((+ 7″,4))	((+ 94″,0))
Marseille	VI. 29	+ 1,8	+ 12.7
Brüssel	VI. 29	((+ 30,6))	((— 123,1))
Leipzig	VI. 30	+ 2,6	+ 0,9
Marseille	VI. 30	+ 3,8	+ 5,8
Albany	VI. 30	— 3,5	+ 5,6
Cambridge	VI. 30	+ 12,4	+ 2,4
Brüssel *	VI. 30	— 2,3	[— 47,3]
Greenwich	VII. 1	+ 9,0	[+ 31,3]
Cambridge	VII. 1	+ 10,4	+ 2,0
Strassburg	VII. 2	— 8,4	+ 2,9
Leipzig	VII. 2	— 3,1	— 0,2
Cambridge	VII. 2	+ 6,2	0,0
Leipzig	VII. 4	— 1,9	+ 7,2
Cambridge	VII. 5	+ 10,6	— 0,8
	VII. 5	+ 9,0	+ 0,5
Albany	VII. 8	— 3,9	+ 0,4
Cambridge	VII. 8	— 15,7	— 4,2
Leipzig	VII. 9	— 6,2	— 5,5
Padua *	VII. 11	(+ 1,5)	(+ 326,1)
Kremsmünster	VII. 12	— 3,1	— 20,5
Padua	VII. 12	+ 0,4	[— 22,1]
Cambridge	VII. 12	[— 25,1]	— 6,8
Leipzig	VII. 14	— 0,8	— 11,8
Padua *	VII. 15	(+ 50,3)	(+ 35,3)
Padua *	VII. 15	(+232,6)	(+ 100,8)
Königsberg	VII. 16	+ 1,0	[— 4.7]
Padua	VII. 17	+ 18,3	+ 30,3
Padua	VII. 17	+ 8,7	+ 5,7
Königsberg	VII. 17	+ 12,5	+ 11,2
Leipzig	VII. 18	+ 8,1	+ 27,8
Leipzig	VII. 19	+ 11,9	— 40,4

Ort.	Datum	R B $\Delta\alpha \cos\delta$	$\Delta\delta$
Kiel	VII. 19	[−27″,1]	+ 22″,7
Leipzig	VII. 21	+ 11,8	+ 29,5
Padua *	VII. 21	— 5,6	[+ 50,4]
Leipzig	VII. 22	— 12,4	+ 30,6
Padua	VII. 23	+ 14,5	+ 44,8
Cambridge	VII. 23	+ 12,4	+ 30,6
Königsberg	VII. 23	+ 15,6	+ 35,2
Padua *	VII. 24	+ 2,2	— 50,7
Cambridge	VII. 24	+ 18,1	+ 41,1
Padua	VII. 25	+ 25,4	+ 25,7
Padua *	VII. 26	— 2,0	+ 28,0
Königsberg	VII. 26	+ 8,2	+ 37,9
Padua	VII. 27	((+ 19,4))	((+ 78,9))
Cambridge	VIII. 10	11,1	[+ 117,7]
Cambridge	VIII. 11	+ 19,1	+ 100,3
Padua	VIII. 11	+ 30,9	+ 102,5
Leipzig	VIII. 12	+ 11,3	+ 111,7
Padua	VIII. 12	+ 4,1	+ 117,8
Leipzig	VIII. 13	+ 15,2	+ 113,0
Leipzig	VIII. 14	+ 14,9	+ 97,3
Leipzig	VIII. 17	+ 5,3	+ 129,9
Cambridge	VIII. 19	+ 19,6	+ 130,4
Cambridge	VIII. 20	+ 30,0	+ 122,5
Cambridge	VIII. 23	((+ 25,1))	((+ 138,1))

Ueber die mit * versehenen Beobachtungen finden sich unten Bemerkungen resp. Verbesserungen.

Die Beobachtungen von Rochester und Washington, erste rohe Approximationen, sind hier nicht mit angeführt.

Man sieht, dass die Uebereinstimmung der Differenzen wenig gut ist und dass oft grössere Sprünge vorkommen, die den Beobachtungen oder den zu Grunde gelegten Vergleichsternen zur Last gelegt werden müssen. Ich habe versucht,

soweit es mir möglich war, diese Fehler zu eruiren und resp. zu berichtigen.

Einige Positionen waren nur durch Anschluss an Sterne der Durchmusterung erhalten, sie haben daher nur einen approximativen Werth und wurden von der weiteren Rechnung ausgeschlossen. Dieselben sind in der obigen Tabelle in runde Doppelklammern gesetzt. — Von den übrigen abweichenden Differenzen ist Folgendes zu bemerken:

Die Beobachtungen Wien Jos. St. und Stw. Juni 23 konnten nicht verbessert werden, da die Angabe des verglichenen Sternes fehlt. Bei New-Haven Juni 24 konnte in der Reduction kein Fehler entdeckt werden: der Vergleichstern ist richtig berechnet.

Cambridge, Juni 24. Es ist offenbar bei der Berechnung der Vergleichstern verwechselt worden, indem nämlich Arg-Oeltz. 3237, in der Durchmusterung mit $-67°233$ bezeichnet, für den darauf folgenden auch von Argelander beobachteten $+67°234$ = Arg-Oeltz. 3254 genommen wurde. Die Position dieses Sternes ist für 1879.0

$$\alpha = 41^{0}\ 33'\ 5''.5 \qquad \delta = 67^{0}\ 41'\ 4''.1.$$

so dass nun die Beobachtung des Kometen

$$\alpha = 42^{0}\ 16'\ 32''.7 \qquad \delta = 67\ 55\ 17.4$$

und somit

	$\Delta\alpha \cos\delta$	$\Delta\delta$
R—B:	$+49''.0$	-5.3

wird, was auch an Stelle der früheren Werthe genommen wurde.

Kremsmünster. Juni 26. Der mittlere Ort des Vergleichsternes ist nicht

$$2^{h}\ 56^{m}\ 15^{s}.32 \quad +69^{0}\ 45'\ 6''.9$$

wie in der Angabe von Kremsmünster, sondern

$$2^{h}\ 55^{m}\ 8.73 \quad +69^{0}\ 45'\ 4''.2$$

so dass

	$\Delta\alpha \cos\delta$	$\Delta\delta$
R—B:	$+2''.7$	$+44''.0$

anzunehmen ist.

Kremsmünster, Juni 27, war an Stelle der Declination des Kometen die mittlere Declination des Vergleichsternes gesetzt; es wurde daher die verlangte Declination berechnet; bei der Reduction auf den scheinbaren Ort zeigte sich noch ein Fehler von 1^s in A R, so dass schliesslich

Komet $\alpha = 2^h\ 50^m\ 46^s,08\ \delta = 70^0\ 44'\ 27''3$

und somit die schon oben gesetzte Differenz R—B resultirt.

Göttingen, Juni 27. Für diese grosse Abweichung konnte ich keine Erklärung finden. Eine Nachrechnung ergab den mittleren Sternort nicht wie angegeben

$\alpha = 2^h\ 54^m\ 41^s,87\ \delta = 71^0\ 2'\ 13''8$

sondern

$\alpha = 2^h\ 54^m\ 57^s,29\ \delta = 71^0\ 2'\ 46'',5$

und wurden auch diese Werthe benutzt; trotzdem ergab sich die obige Differenz. Die Beobachtung wurde daher ausgeschlossen.

Kremsmünster, Juni 28. Es konnte der mittlere Ort des Vergleichsternes nicht geprüft werden, da der Anschlussstern nicht hinzugefügt war. Derselbe als richtig angenommen giebt den scheinbaren Ort des Kometen ohne Rücksicht auf Parallaxe

$\alpha = 2^h\ 51^m\ 15^s,44\ \delta = 71^0\ 51'\ 16'',5$, während angegeben war $\alpha = 2\ 51\ 17^s,19\ \delta = 71\ 51\ 16\ ,7$

Es verbessert sich so etwas R—B und wird

	$\Delta\alpha \cos\delta$	$\Delta\delta$
	—6″,9	—38″,5

Brüssel, Juni 30. Der Kometen-Ort folgt aus einer einmaligen Vergleichung mit B. A. C. 955 und ist nur durch ganze Zeit- resp. Bogensecunden bestimmt; daher wohl die Abweichung zu erklären.

Padua, Juli 11. Stern stimmt; Vertauschung nicht wahrscheinlich. Corrigirt man die Zeit um $+2^h$, so stellt sich

	$\Delta\alpha \cos\delta$	$\Delta\delta$
R—B	—15″,5	14″,2

heraus; doch wurde von dieser Hypothese kein Gebrauch gemacht, da die Beobachtungszeit dann eine ungewöhnliche wäre.

Padua, Juli 15. Diese starke Abweichung ist wohl auf die Schwierigkeit der Beobachtung in dieser geringen Poldistanz (24′) zurückzuführen; es sind auch nur ganze Zeitminuten in Rectascension und Zehntel-Bogenminuten in Declination in Ansatz gebracht. Die Beobachtungen wurden bei der Weiterrechnung fortgelassen.

Leipzig, Juli 19. Die Berechnung des mittleren Ortes des Vergleichsternes Carrington 2247 ergab eine genau um 1′ geringere Declination, so dass sich dann die befriedigende Differenz

	$\Delta\alpha \cos\delta$	$\Delta\delta$
R—B	+11″,9	+19″,5

herausstellte.

Kiel, Juli 19. Der Grund für den augenscheinlichen Fehler in Rectascension konnte nicht ermittelt werden; ebenso nicht bei

Padua, Juli 21, und Juli 26. Der Sternort war richtig reducirt. Da die Abweichungen nicht allzu gross sind, so wurden diese Beobachtungen von vornherein nicht ausgeschlossen.

Padua, Juli 24. Der Komet war mit B. St. Verz. I 80⁰ 465 verglichen und nach der Angabe dieses Sternenverzeichnisses reducirt worden; der Stern ist von Fedorenko beobachtet und findet sich in Fedorenko Suppl. mit No. 194 bezeichnet. Daraus ergab sich der mittlere Ort für 1879

$$\alpha = 15^h\ 11^m\ 42^s,67 \quad \delta = 80^0\ 28'\ 36'',8$$

und gut mit den Nachbarwerthen übereinstimmend

	$\Delta\alpha \cos\delta$	$\Delta\delta$
R—B	+12″,1	+35″,5.

Die hier genannten ausgeschlossenen Beobachtungen sind in der letzten Tafel mit einfachen runden Klammern versehen.

5. **Die Ableitung der definitiven Elemente.** a) Die Normalörter. Alle nicht ausgeschlossenen Differenzen fasste ich nun in 6 Gruppen, bildete in jeder Gruppe das Mittel und schloss endlich noch diejenigen aus, die von den so erhaltenen respectiven Mitteln um mehr als 20 Bogen-

secun len abwichen - dieselben stehen in eckigen Klammern —; aus den restirenden ergaben sich dann folgende definitive Fehlermittel der einzelnen Gruppen:

	$\Delta\alpha \cos\delta$	$\Delta\delta$
I. New-Haven Juni 20 — Albany Juni 25	—1″,02	—11″,28
II. Pola Juni 26 — Brüssel Juni 30	+ 1,84	+ 3,92
III. Greenwich Juli 1 — Leipzig Juli 14	+ 2,42	+ 0,32
IV. Königsberg Juli 16 — Padua Juli 21	+ 8,59	+ 20,96
V. Leipzig Juli 22 — Padua Juli 27	+12,88	+ 34,27
VI. Cambridge Aug. 10 — Cambridge Aug. 21	+16,15	+113,93

Werden diese für eine bestimmte Mittelzeit geltenden Werthe auf Mittag, resp. Mitternacht des betreffenden Tages interpolirt, so erhält man folgende Mittelwerthe der Abweichungen:

		$\Delta\alpha \cos\delta$	$\Delta\delta$	$\Delta\alpha$
I. Juni	24,0	—0″,85	—10″,60	— 2″,2
II. Juni	28,5	+ 1,86	+ 3,82	+ 5,9
III. Juli	7,0	+ 2,59	+ 0,35	+ 16,7
IV. Juli	19,0	+ 8,78	+ 21,45	+121,4
V. Juli	24,5	+12,84	+ 34,23	+ 74,2
VI. August	14,5	+16,16	+112,42	+ 32,7

und somit folgende auf den Jahresanfang bezogene Normalörter:

		α			δ		
I. Juni	24,0	42°	11′	37″,5	+ 67°	5′	15″,4
II. Juni	28,5	42	47	14,1	71	50	46,1
III. Juli	7,0	43	56	32,8	81	4	2,7
IV. Juli	19,0	226	28	18,1	85	51	5,2
V. Juli	20,5	227	13	43,0	80	2	23,8
VI. August	14,5	231	9	31,4	60	21	31,4

Nunmehr galt es, diejenige Bahn zu bestimmen, die diese Normalörter so gut als möglich darstellt.

b) Die Gleichungen zwischen den Variationen der Beobachtungen und den Variationen der Elemente. Obgleich die, zumal bei dem letzten Normalort, ziemlich bedeutende Grösse der Ephemeridencorrectionen die

directe Benutzung von Differentialformeln zur Bestimmung der Elementencorrectionen nicht rathsam erscheinen lässt, wofern deren Anwendung erfolgreich sein und die definitiven Elemente möglichst genau ergeben soll, bildete ich doch ganz ebenso, als wenn es gestattet wäre, die obigen Differenzen als Differentiale aufzufassen, die Differentiale der Rectascension und Declination ausgedrückt durch die der Elemente, indem ich anstatt der gewöhnlich zur vorläufigen Verbesserung der Elemente angewandten Methode der Variation der Distanzen die Differentialformeln selbst nach einem unten auseinandergesetzten Verfahren zur Berechnung genäherter Elemente benützte. Ich stellte mir sonach für die Zeiten der Normalörter zunächst die totalen Differentiale der Coordinaten in der Bahn ($v\ r$) durch die Differentiale der Perihelzeit (T) und der Periheldistanz (q) vermöge

$$\text{I.}\quad \begin{cases} dv = -\dfrac{k\sqrt{2q}}{r^2}\,dT - \dfrac{3}{2}\,\dfrac{t-T}{q}\,\dfrac{k\sqrt{2q}}{r^2}\,dq \\ dr = -\dfrac{k\sin v}{\sqrt{2q}}\,dT + \cos v\ dq \end{cases}$$

numerisch dar; alsdann berechnete ich nach:

$$\text{II.}\quad \begin{cases} \dfrac{dx}{dr} = \sin a \sin(K+v), & \dfrac{dx}{dv} = x\cot g\,(K+v) = \dfrac{dx}{d\pi} \\ \dfrac{dy}{dr} = \sin b \sin(K'+v), & \dfrac{dy}{dv} = y\cot g\,(K'+v) = \dfrac{dy}{d\pi} \\ \dfrac{dz}{dr} = \sin c \sin(K''+v), & \dfrac{dz}{dv} = z\cot g\,(K''+v) = \dfrac{dz}{d\pi} \\ \dfrac{dx}{d\Omega} = -x\cot g(K+v) - y\cos\varepsilon - z\sin\varepsilon, & \dfrac{dx}{di} = r\sin u\cos a \\ \dfrac{dy}{d\Omega} = -y\cot g\,(K'+v) + x\cos\varepsilon, & \dfrac{dy}{di} = r\sin u\cos b \\ \dfrac{dz}{d\Omega} = -z\cot g\,(K''+v) + x\sin\varepsilon, & \dfrac{dz}{di} = r\sin u\cos c \end{cases}$$

die partiellen Differentialquotienten der rechtwinkligen Coordinaten nach den Polarcoordinaten in der Bahnebene und nach den die Lage der Bahn im Raume bestimmenden Ele-

menten (Länge des aufsteigenden Knotens $= \Omega$, Länge des Perihels $= \pi$, Neigung der Bahn $= i$); hieraus erhält man die totalen Aenderungen der rechtwinkeligen Coordinaten durch

$$dx = \left(\frac{dx}{dr}\right) dr + \left(\frac{dx}{dv}\right) dv + \left(\frac{dx}{d\pi}\right) d\pi + \left(\frac{dx}{d\Omega}\right) d\Omega + \left(\frac{dx}{di}\right) di$$

(und ähnlich dy, dz), und indem man die obigen Werthe für dr und dr einsetzt, durch die Differentiale der Elemente ausgedrückt; schliesslich geben

$$\text{(III)} \quad \begin{cases} d\alpha = -\dfrac{\sin\alpha}{\Delta\cos\delta}\, dx + \dfrac{\cos\alpha}{\Delta\cos\delta}\, dy \\ d\delta = -\dfrac{\sin\delta\cos\alpha}{\Delta}\, dx - \dfrac{\sin\delta\sin\alpha}{\Delta}\, dy + \dfrac{\cos\delta}{\Delta}\, dz \end{cases}$$

die verlangten totalen Differentiale der A R und D in ihrer Abhängigkeit von den Differentialen der Elemente.

Setzt man nun diese $d\alpha$ und $d\delta$ den oben erhaltenen Differenzen gleich (in dieser Form natürlich mit umgekehrten Zeichen), so erhält man Gleichungen, deren Auflösung die diesen Aenderungen entsprechenden Variationen der Elemente giebt. Da wegen der hohen Declinationen die $d\alpha$ nicht direct in Ansatz gebracht werden durften, sondern $d\alpha \cos\delta$, ist die erste Gleichung in III. noch mit dem Factor $\cos\delta$ versehen worden.

Alle diese Rechnungsoperationen wurden Schritt für Schritt durch eine willkürliche Variation der Elemente geprüft.

Es ergeben sich nun folgende Gleichungen, in welchen die Zahlengrössen Logarithmen sind und die Buchstaben die übliche Bedeutung haben ausser dT', das der Homogeneität wegen für 0,01 dT gesetzt ist:

in Rectascension

1) $0 - 9{,}92942_n + 9{,}75110\, dT' + 8{,}79083\, dq + 9{,}54294\, d\Omega + 9{,}13422_n\, d\pi + 9{,}80679_n\, di$

2) $0 - 0{,}26951 + 9{,}72782\, dT' + 8{,}64797\, dq + 9{,}45781\, d\Omega + 9{,}03757_n\, d\pi + 9{,}83419_n\, di$

3) $0 = 0{,}41330 + 9{,}67721\, dT' + 7{,}16190\, dq + 9{,}20528\, d\Omega + 8{,}72511_n\, d\pi + 9{,}87581_n\, di$

4) $0 = 9{,}94349 + 9{,}57324_n\, dT' + 8{,}88591\, dq + 8{.}65296\, d\Omega + 8{,}65196_n\, d\pi + 9.91383\, di$

5) $0 - 1.10857 - 9.52695_n\, dT' + 9{,}01528\, dq + 9{,}10702\, d\Omega + 8.91351_n\, d\pi + 9.92292\, di$

6) $0 = 1{,}20844 + 9{,}28096_n\, dT' + 9{,}31073\, dq + 9{,}62167\, d\Omega + 9{,}34032_n\, d\pi + 9.92394\, di$

in Declination

7) $0 = 1{,}02531_n + 0{,}04778_n\, dT' + 9{,}91310_n\, dq + 9{,}92577_n\, d\Omega + 9.85216\, d\pi + 9.45524_n\, di$

8) $0 = 0{,}58206 + 0{,}04320_n\, dT' + 9.94856_n\, dq + 9{,}96850_n\, d\Omega + 9{,}88275\, d\pi + 9.42550_n\, di$

9) $0 = 9{,}54407 + 0{,}02465_n\, dT' + 0{,}00117_n\, dq + 0.03452_n\, d\Omega + 9.93304\, d\pi + 9.31647_n\, di$

10) $0 = 1{,}33143 + 9.97658\, dT' + 0{,}04171\, dq + 0{,}09244\, d\Omega + 9{,}98127_n\, d\pi + 8.84887\, di$

11) $0 = 1{,}53441 + 9{,}94295\, dT' + 0{,}04826\, dq + 0{,}10518\, d\Omega + 9{,}99355_n\, d\pi + 7.79657\, di$

12) $0 = 2{,}05085 + 9{,}77107\, dT' + 0{,}01551\, dq + 0{,}09070\, d\Omega + 9.99179_n\, d\pi + 9.35378_n\, di$

Den einzelnen Gleichungen verschiedene Gewichte beizulegen, schien mir nicht nöthig, weil dort, wo die Zahl der zu einem Normalort zusammengesetzten Beobachtungen grösser war, die Uebereinstimmung zwischen den einzelnen Beobachtungen mehr zu wünschen übrig liess.

c) Genäherte Elemente. Anstatt jedoch nun zur Ermittelung der unbekannten Differentiale der Elemente alle Gleichungen nach der Methode der kleinsten Quadrate zu benutzen, löste ich zuvörderst fünf von ihnen u. z. diejenigen auf, die mir in Rücksicht auf die Differenzenwerthe am characteristischsten dünkten, und brachte die so erhaltenen Correctionen an die Elemente an. Streng genommen werden sich, da die Differenzen eben keine Differentiale sind, natürlich nicht die genauen ihnen entsprechenden Correctionen ergeben, aber immerhin werden sie die Elemente mindestens in gleicher Weise ihren definitiven Werthen nähern, als es durch die Methode der Variation der Distanzen geschehen könnte. In der That wurden, als ich mit diesen genäherten Elementen die Orte für die Normalzeiten neu berechnete, die Differenzen zwischen diesen und den Normalorten sehr klein. Indem ich nun diese anstatt der alten Differenzen in die obigen Gleichungen, die sonst ungeändert gelassen wurden, einsetzte, stand nichts mehr im Wege, die Gleichungen als Gleichungen zwischen Differentialen aufzufassen und sie insgesammt aufzulösen. — Es kann hier der Einwurf gemacht werden, dass durch die Aenderung der Elemente auch eine Aenderung der Differentialquotienten erfolgt und somit eine Neuberechnung derselben — wenigstens bei den fünf benutzten Gleichungen, da man sich die der anderen bis zu diesem Punkte aufsparen könnte — nothwendig sei. Demgegenüber ist jedoch zu bemerken, dass, wenn die ursprünglichen Differenzen nicht allzu gross sind — und nur unter dieser Bedingung wird man sich dieses Verfahrens bedienen dürfen —, die Aenderungen der Elemente auch nicht gerade sehr bedeutend sein werden, und dass daher auf die Differentialquotienten kein nennenswerther Einfluss ausgeübt wird; sollte er aber über Erwarten bemerkbar sein, so werden dennoch nicht die definitiven Elementencorrectionen über die verlangte Genauigkeitsgrenze hinaus alterirt werden, da die letzteren gemäss der ausgeführten Approximation ganz klein werden müssen. Auf diese Weise ist die in dem vorliegenden Falle etwas schwerfällige und versuchsweise Rechnung bei der Methode

der Variation der Distanzen hier auf die Auflösung von fünf Gleichungen mit fünf Unbekannten reducirt.

Die Auflösung dieser 5 linearen Gleichungen bewerkstelligte ich nach einem eigenen Schematismus, der sehr schnell zum Ziele führte, dessen Darlegung jedoch hier der Kürze wegen übergangen werden möge.

Von den obigen 12 Gleichungen wählte ich dazu (1), (6), (7), (9), (12) und fand folgendes System der Verbesserungen:

$$\begin{aligned} dT &= +\ 0{,}02583 \\ dq &= +\ 0{,}00319 \\ d\Omega &= +\ 268''{,}9 \\ d\pi &= +\ 1176{,}9 \\ di &= +\ 5{,}3 \end{aligned}$$

Hierdurch werden die Elemente:

April	27,45703	m. Berl. Zt.			
π	=	49°	30′	30″,7	m. Aeqn. 1879,0
Ω	=	45	45	59,9	
$\pi-\Omega$	=	3	44	30,8	
i	=	107	2	2,2	
$\log q$	=	9,952587			

Setzt man die Elementencorrectionen in die obigen zwölf Gleichungen ein, so erhält man als übrig bleibende Fehler: I.

Indem man aber die Vergleichung der neuen Elemente mit den Normalörtern direct vornimmt — der Genauigkeit wegen mit Anwendung siebenstelliger Logarithmen — resultiren noch die Differenzen: II.

	I.	II.
1.	— 0,01	— 0,88
2.	+ 4,79	+ 2,77
3.	+ 5,52	+ 4,78
4.	+ 3,13	+ 3,74
5.	+ 5,55	+ 6,59
6.	0,00	+ 0,76
7.	— 0,14	+ 1,12
8.	+ 6,79	+ 7,77
9.	0,00	+ 1,51
10.	+ 2,83	+ 1,97
11.	+ 0,09	— 0,92
12.	+ 1,78	+ 1,05

Der Umstand, dass die ursprünglichen Differenzen zu gross waren, hat also den Unterschied von I gegen II zur Folge gehabt. Die Fehler II zeigen aber, dass vermöge der angewandten Rechnungsart schon eine befriedigende Darstellung der Normalörter durch die neuen Elemente erzielt worden ist.

d) Die definitiven Elemente. Nunmehr darf man die 12 Gleichungen, in denen nur anstatt der alten Fehler die Fehler II zu setzen sind, als Gleichungen zwischen Differentialen auffassen und sie zur genauen Bestimmung der definitiven Elementencorrectionen nach der Methode der kleinsten Quadrate auflösen. Die sämmtlichen Gleichungen führen zu folgenden Normalgleichungen:

$$
\begin{aligned}
&+ 6{,}72090\, dT' + 5{,}54764\, dq + 6{,}41767\, d\Omega - 4{,}96948\, d\pi - 1{,}06126\, di - 10{,}25659 = 0\\
&+ 5{,}54764\, dT' + 6{,}06367\, dq + 6{,}80144\, d\Omega - 5{,}36241\, d\pi + 0{,}77908\, di - 5{,}90311 = 0\\
&+ 6{,}41767\, dT' + 6{,}80144\, dq + 7{,}84345\, d\Omega - 6{,}07858\, d\pi + 0{,}48474\, di - 4{,}66233 = 0\\
&- 4{,}96948\, dT' - 5{,}36241\, dq - 6{,}07858\, d\Omega + 4{,}76451\, d\pi - 0{,}52367\, di + 4{,}70172 = 0\\
&- 1{,}06126\, dT' + 0{,}77908\, dq + 0{,}48474\, d\Omega - 0{,}52367\, d\pi + 3{,}77064\, di + 1{,}49916 = 0
\end{aligned}
$$

und diese ergeben folgende Elementenverbesserungen:

$$
\begin{aligned}
dT &= + 0{,}002688\\
dq &= - 0{,}0000295\\
d\Omega &= - 20'',35\\
d\pi &= - 27{,}89\\
di &= + 1{,}16
\end{aligned}
$$

Setzt man diese Werthe in die Differentialgleichungen ein, so erhält man als Summe der Quadrate der übrig bleibenden Fehler 103″,636, während dieselbe aus der Auflösung der Normalgleichungen zu 103″,582 · · [*nn*. 5] folgt, so dass sich bei den vorangegangenen Rechnungsmanipulationen kein Fehler finden dürfte. — Die definitiven Elemente werden nun:

Komet 1879 II

T	= April 27,459718 m. Berl. Zt.		
π	= 49° 30′ 2″,8	m. Aequ.	
Ω	= 45 45 39,5		1879,0
$\pi-\Omega$	= 3 44 23,3		
i	= 107 2 3,4		
$\log q$	= 9,952573		

Zur vollständigen Prüfung verglich ich noch die nach den Differentialausdrücken übrig bleibenden Fehler mit denen, wie sie eine directe Berechnung mit den neuen Elementen ergiebt, und fand für R—B folgende Werthe:

	durch Substitution:	durch directe Rechnung:		durch Substitution:	durch directe Rechnung:
α	− 2″,18	− 2″,3	δ	− 3″,11	− 3″,2
	+ 1,87	+ 1,4		+ 4,38	+ 4,8
	+ 4,75	+ 4,3		− 0,37	− 0,5
	+ 2,49	+ 2,7		+ 2,14	+ 1,9
	+ 4,75	+ 4,6		− 1,30	− 1,1
	− 2,98	− 2,8		+ 0,04	+ 0,2

Anstatt der parabolischen Bahn eine andere aufzusuchen, würde wohl, da die übrigbleibenden Fehler weder durch ihre Grösse noch durch irgend einen bemerkbaren Gang dazu zwingen und der mässigen Uebereinstimmung der einzelnen Beobachtungen entsprechend sind, zu keinem besseren Resultate führen, und stand ich daher davon ob. Hierin wurde ich noch bestärkt durch die Unsicherheit, welche der Elementenbestimmung bei der vorliegenden Kometenbahn überhaupt anhaftet; denn die Beobachtungen umfassen einen verhältnissmässig kleinen

Zeitraum und beginnen erst, als der Komet schon weit von seinem Perihel entfernt war; dazu kommt schliesslich noch in gewisser Weise die grosse Neigung der Bahnebene. In der That ergaben sich auch die wahrscheinlichen Fehler der Elemente über Erwarten gross, nämlich:

$$\begin{aligned} \text{W. F. von } T &= \pm\ 0{,}001557 \\ \text{“ “ } \pi &= +\ 57''{,}88 \\ \text{“ “ } \Omega &= +\ 16.17 \\ \text{“ “ } i &= +\ 2.61 \\ \text{“ “ } q &= \pm\ 0{,}0601723 \end{aligned}$$

Dieselben erhielt ich durch die bekannten Formeln aus den Gewichten der Unbekannten, zu deren Bestimmung ich mir die Normalgleichungen zum zweiten Male mit veränderter Reihenfolge der Unbekannten auflöste. Aus dieser zweiten Auflösung erhielt ich die Gewichte

$$\begin{aligned} p_\pi &= 0{,}0020 \text{ und aus der ersten } p_{T'} = 0{,}65291 \\ p_\Omega &= 0{,}0241 \qquad\qquad p_q = 0{,}0053 \\ p_i &= 0{,}9945 \qquad\qquad p_i = 0{,}9820 \end{aligned}$$

Die befriedigende Uebereinstimmung der p_i, sowie die Gleichheit der aus beiden Auflösungen sich ergebenden Grösse [*nn*. 5] zeigen, dass hierbei kein Fehler vorgekommen ist.

Es erschien nun noch wünschenswerth, den Erfolg der Elementen-Verbesserungen durch Vergleichung der neuen Elemente mit den einzelnen Beobachtungen zu ersehen. Diese Vergleichung ergab folgende Differenzen, wobei die früher ausgeschlossenen wiederum in Klammern gesetzt sind.

Ort.	1879 Datum	R — B $\Delta\alpha \cos\delta$	$\Delta\delta$
New-Haven	VI. 20	— 8″,2	— 16″,4
Strassburg	VI. 21	+ 0,3	+ 8,4
New-Haven	VI. 21	(+ 10,7)	(5,2)
Pola	VI. 22	+ 1,5	— 0,4
New-Haven	VI. 22	6,5	— 21,5
Wien, Stw.	VI. 23	— 1,4	(— 40,0)
Wien, Jos.-St.	VI. 23	+ 2,4	(+ 19,6)
Leipzig	VI. 23	— 0,9	— 1,5
Pola	VI. 24	+ 8,7	+ 4,2
Mailand	VI. 24	— 8,3	— 1,0
New-Haven	VI. 24	21,2	(— 50,8)
Cambridge	VI. 24	+ 28,4	+ 0,8
Albany	VI. 24	— 4,7	+ 11,0
Greenwich	VI. 25	+ 6,5	— 6,0
Albany	VI. 25	— 1,8	9,7
Pola	VI. 26	+ 3,7	+ 14,8
Wien, Jos.-St.	VI. 26	— 8,5	(+ 36,9)
Strassburg	VI. 26	— 3,9	+ 7,8
Kremsmünster	VI. 26	+ 1,9	(+ 47,3)
Albany	VI. 26	— 4,9	+ 4,3
Albany	VI. 26	+ 4,3	— 7,8
Cambridge	VI. 26	+ 5,1	0,0
Leipzig	VI. 27	— 2,9	+ 1,6
Kremsmünster	VI. 27	(— 28,1)	+ 21,1
Göttingen	VI. 27	(— 11,4)	(— 227,4)
Cambridge	VI. 27	+ 1,4	+ 5,2
	VI. 27	+ 13,0	+ 7,3
Kremsmünster	VI. 28	— 7,4	(— 37,4)
Greenwich	VI. 28	(— 4,1)	(— 48,9)
Greenwich	VI. 29	(+ 7,3)	(+ 94,0)
Marseille	VI. 29	+ 1,6	+ 12,8
Brüssel	VI. 29	(+ 30,5)	(— 105,4)

Ort.	1879 Datum		R — B $\Delta\alpha \cos\delta$	$\Delta\delta$
Leipzig	VI.	30	+ 2″.7	0″.2
Marseille	VI.	30	+ 3,9	+ 4,8
Albany	VI.	30	— 3,3	+ 3,6
Cambridge	VI.	30	+ 12,7	+ 1,9
Brüssel	VI.	30	- 2,2	(— 48,2)
Greenwich	VII.	1	+ 9,6	(+ 29,6)
Cambridge	VII.	1	+ 11,1	+ 0,2
Strassburg	VII.	2	— 7,5	+ 0,8
Leipzig	VII.	2	- 2,3	— 2,3
Cambridge	VII.	2	+ 7,1	— 2,1
Leipzig	VII.	4	— 0,9	+ 5,6
Cambridge	VII.	5	+ 12,0	— 2,1
			+ 10,3	— 0,8
Albany	VII.	8	— 1,6	+ 0,7
Cambridge	VII.	8	+ 17,9	— 3,9
Leipzig	VII.	9	- 3,5	— 4,3
Padua	VII.	11	(10,9)	(+ 317,9)
Kremsmünster	VII.	12	+ 0,3	+ 25,7
Padua	VII.	12	+ 4,3	(— 16,9)
Cambridge	VII.	12	(21,5)	— 1,3
Leipzig	VII.	14	+ 3,4	— 3,0
Padua	VII.	15	(+ 44,6)	(+ 24,8)
			(+225,8)	(+ 90,3)
Königsberg	VII.	16	— 4,7	(— 17,4)
Padua	VII.	17	+ 12,6	+ 14,1
			+ 3,0	— 9,9
Königsberg	VII.	17	+ 6,7	— 4,0
Leipzig	VII.	18	+ 1,9	+ 10,0
Leipzig	VII.	19	+ 5,8	— 1,2
Kiel	VII.	19	(— 33,4)	+ 2,0
Leipzig	VII.	21	+ 5,1	+ 3,3
Padua	VII.	21	— 12,5	(+ 24,3)

Ort.	1879 Datum	R — B	
		$\Delta\alpha \cos\delta$	$\Delta\delta$
Leipzig	VII. 22	+ 3″,9	+ 0″,6
Padua	VII, 23	+ 6,6	+ 12,6
Cambridge	VII. 23	+ 4,4	— 2,4
Königsberg	VII. 23	+ 7,7	+ 3,2
Padua	VII. 24	+ 3,8	+ 0,3
Cambridge	VII. 24	+ 9,6	+ 5,1
Padua	VII. 25	+ 16,7	— 13,3
Padua	VII. 26	— 10,9	— 14,4
Padua	VII. 27	(+ 10,1)	(+ 32,8)
Königsberg	VII. 26	— 0,7	— 4,4
Cambridge	VIII. 10	— 1,7	(+ 49,1)
Cambridge	VIII. 11	+ 1,3	— 2,1
Padua	VIII. 11	+ 13,2	+ 0,9
Leipzig	VIII. 12	— 6,7	+ 6,9
Padua	VIII. 12	— 13,9	+ 12,7
Leipzig	VIII. 13	— 3,0	+ 4,7
Leipzig	VIII. 14	— 4,0	— 14,8
Leipzig	VIII. 17	— 15,3	+ 6,6
Cambridge	VIII. 19	— 2,3	— 0,2
Cambridge	VIII. 20	+ 7,1	— 11,1
Cambridge	VIII. 23	— 0,1	— 4,9

6. **Anhang.** Beim Schlusse dieser Untersuchung wurden mir noch aus den „Astronomischen Nachrichten" Bd. 101, 165 Beobachtungen von Orwel-Park bei London bekannt, die ich leider für die Bahnbestimmung nicht mehr benutzen konnte; sie zeigen ziemlich gute Uebereinstimmung mit den neuen Elementen — bis auf den vierten Ort, der nur aus einer Vergleichung erhalten worden ist. Der Vollständigkeit wegen füge ich dieselben hier an:

1879	Orwell-Park, m. Orts-Zeit	Red. auf Berlin	Aberr.-Zeit	Parall. α	Parall. δ
Juni 26.	$12^h\ 22^m\ 42^s$	$+\ 53^m\ 35^s$	$-13^m\ 39^s$	$-0^s,55$	$+\ 3'',0$
" 28.	12 30 8	"	13 37	$-\ 0,63$	$+\ 2,8$
" 28.	13 10 44	"	13 37	$-\ 0,68$	$+\ 2,2$
Juli 23.	11 56 4	"	14 10	$+\ 1,37$	$-\ 0,2$
" 23.	12 7 24	"	14 11	$+\ 1,39$	$-\ 0,1$
" 24.	12 10 27	"	14 14	$+\ 1,19$	$+\ 0,1$

Corr. m. Berl. Zt. in Theil. d. Tages	α R	α B	$\Delta\alpha \cos\delta$
Juni 26,54350	$42^0\ 32'\ 33'',6$	$42^0\ 32'\ 33'',0$	$-\ 0'',2$
" 28,54868	42 48 45,2	42 48 25,0	$+\ 6,3$
" 28,57687	42 48 58,9	42 49 1,8	$-\ 0,9$
Juli 23,52463	227 4 13,0	227 2 35,8	$+\ 15,1$
" 23,53250	227 4 17,7	227 3 40,2	$+\ 5,8$
" 24,53457	227 14 10,5	227 14 3,9	$+\ 1,1$

Corr. m. Berl. Zt. in Theil. d. Tages	δ R	δ B	$\Delta\delta$
Juni 26,54350	$+\ 69^0\ 46'\ 5'',5$	$69^0\ 45'\ 58'',9$	$+\ 6'',6$
" 28,54868	71 54 12,5	71 54 15,9	$-\ 3,4$
" 28,57687	71 56 1,0	71 55 49,0	$+\ 12,0$
Juli 23,52463	81 3 6,8	81 4 28,7	$-\ 21,9$
" 23,53250	81 2 37,2	81 2 41,7	$-\ 4,5$
" 24,53457	79 59 58,7	79 59 51,8	$+\ 6,9$

Für den Fall, dass sich noch andere hier nicht berücksichtigte Beobachtungen vorfinden sollten, gebe ich schliesslich noch die neue Ephemeride in α, δ, Δ und für die Polorte die der α', δ', bezogen auf das mittlere Aequinoctium 1879,0 nachstehend:

Mittl. Berl. Mittern.		α			δ			lg Δ
Juni	16.	41°	15′	49″,0	59°	25′	46″,0	0,230456
	17.	41	22	54,7	60	25	41,6	
	18.	41	30	6,9	61	26	2,4	0,228096
	19.	41	37	25,4	62	26	48,2	
	20.	41	44	50,0	63	27	58,7	0,225924
	21.	41	52	20,3	64	29	33,6	
	22.	41	59	56,4	65	31	32,0	0,223966
	23.	42	7	38,6	66	33	53,3	
	24.	42	15	26,0	67	36	36,6	0,222248
	25.	42	23	17,8	68	39	41,0	
	26.	42	31	14,0	69	43	5,5	0,220798
	27.	42	39	14,3	70	46	49,2	
	28.	42	47	18,6	71	50	50,9	0,219642
	29.	42	55	27,2	72	55	9,0	
	30.	43	3	39,0	73	59	42,4	0,218801
Juli	1.	43	11	53,2	75	4	30,4	
	2.	43	20	8,6	76	9	31,2	0,218299
	3.	43	28	24,9	77	14	43,3	
	4.	43	36	40,5	78	20	5,2	0,218157
	5.	43	44	53,3	79	25	35,2	
	6.	43	53	1,0	80	31	11,9	0,218387
Juli	22.	226	55	7,6	82	7	51,2	0,234655
	23.	227	4	26,2	81	4	54,3	
	24.	227	14	9,5	80	2	22,7	0,238479
	25.	227	24	11,3	79	0	17,9	
	26.	227	34	26,7	77	58	41,4	0,242670
	27.	227	44	52,2	76	57	34,8	
	28.	227	55	26,2	75	56	59,3	0,247210
	29.	228	6	8,2	74	56	56,3	
	30.	228	16	57,0	73	57	27,1	0,252080

Mittl. Berl. Mittern.	α	δ	lg Δ
☾	☾	☾	☾
August 7.	229° 46′ 49″,1	66° 23′ 36″,7	0,274441
8.	229 58 24,5	65 29 46,5	
9.	230 10 4,4	64 36 38,5	0,280643
10.	230 21 48,4	63 44 12,8	
11.	230 33 36,4	62 52 29,2	0,287040
12.	230 45 28,2	62 1 27,9	
13.	230 57 24,0	61 11 8,8	0,293611
14.	231 9 23,6	60 21 31,6	
15.	231 21 27,2	59 32 36,7	0,300331
16.	231 33 34,8	58 44 24,6	
17.	231 45 46,1	57 56 55,1	0,307183
18.	231 58 1,0	57 10 8,5	
19.	232 10 19,3	56 24 4,3	0,314143
20.	232 22 41,2	55 38 42,3	
21.	232 35 6,4	54 54 2,4	0,321195
22.	232 47 34,4	54 10 4,8	
23.	233 0 5,3	53 26 49,1	0,328314
24.	233 12 39,3	52 44 14,9	
25.	233 25 16,1	52 2 21,9	0,335489

Mittl. Berl. Mittern.	α'	δ'	lg Δ
Juli 4.	+ 8° 6′ 17″,2	+ 8° 25′ 5″,1	0,218157
5.	+ 7 21 18,0	+ 7 37 2,5	
6.	+ 6 36 9,8	+ 6 49 3,6	0,218387
7.	+ 5 50 52,6	+ 6 1 10,6	
8.	+ 5 5 26,4	+ 5 13 25,5	0,219005
9.	+ 4 19 51,2	+ 4 25 50,5	
10.	+ 3 34 6,9	+ 3 38 27,5	0,220021
11.	+ 2 48 13,2	+ 2 51 18,6	

Mittl. Berl. Mittern.	α'	δ'	lg Δ
12.	+ 2° 2′10″,5	+ 2° 4′25″,9	0,221442
13.	+ 1 15 58,7	+ 1 17 51,4	
14.	+ 0 29 38,2	+ 0 31 37,4	0,223272
15.	— 0 16 50,8	— 0 14 14,1	
16.	— 1 3 28,3	— 0 59 41,0	0,225514
17.	— 1 50 14,2	— 1 44 41,4	
18.	— 2 37 8,0	— 2 29 13,2	0,228163
19.	— 3 24 9,2	— 3 13 14,4	
20.	— 4 11 17,2	— 3 56 43,2	0,231212
21.	— 4 58 31,6	— 4 39 38,0	
22.	— 5 45 51,8	— 5 21 57,0	0,234653
23.	— 6 33 17,3	— 6 3 38,1	
24.	— 7 20 47,5	— 6 44 40,0	0,238479
25.	— 8 8 22,0	— 7 25 1,3	
26.	— 8 56 0,2	— 8 4 39,9	0,242670

Vita.

Natus sum Victor Felix Carolus Kremser a. d. XII. Kal. Maias a. h. s. LVIII. in oppido Ratibor Silesiae. Primis litterarum rudimentis in ludo publico imbutus scholam realem, quae dicitur, deinde gymnasium urbis patriae adii. Jam hoc in loco animus meus in doctrinam astronomicam meteorologicamque directus est a viro Cl. Eugenio Reimann, gymnasii Ratiboriensis collega. Testimonio maturitatis munitus vere a. h. s. LXXVII. a viro ill. Hertz tunc fasces academicos tenente inter cives universitatis Viadrinae receptus sum ibique per octo semestria studiis mathematicis physicis astronomicis philosophicis incubui, docentibus me viris Cel. Cohn, Dilthey, Dorn, Galle, Grube (†), Loewig, Meyer, Roemer, Rosanes, Schroeter; ad exercitationes ab ipsis institutas me admiserunt viri ill. Dorn, Galle, Meyer, Rosanes. Quibus viris omnibus summas ago gratias, imprimis vero viro ill. Godofredo Galle, vitae meae studiorumque benevolentissimo fautori, qui concessit, ut sibi in omnibus rebus ad observatorium regium Vratislaviense pertinentibus assisterem.

Quo honore ac munere per tres fere annos dignatus anno h. s. LXXXII. exeunte instituti meteorologici Berolinensis sodalis factus sum.

Thesen.

1) Bei Aufzeichnungen von Beobachtungen, deren Reductionen, wie überhaupt numerischen Auswerthungen auf dem Gebiete der Astronomie, Meteorologie und Physik, ist der Zahlenaufwand und die Ausdehnung der Rechnungsmanipulationen mehr als bisher der factisch erreichbaren Genauigkeit anzupassen und zwar zu beschränken.

2) Die Wichtigkeit meteorologischer Untersuchungen über die oberen Luftschichten erfordert nicht nur Beobachtungen auf isolirten Berggipfeln, sondern in verschiedenen Höhenstufen über demselben Orte.

3) Ein Zusammenhang der Sonnenfleckenperiode mit einer Witterungsperiode ist nicht erwiesen.

4) Die „gestrengen Herren" des Mai harren noch immer der Erklärung.

5) Von den auf meteorologischen Stationen gebräuchlichen Instrumenten zur Bestimmung der Luftfeuchtigkeit ist das Haar-Hygrometer mit Justir-Vorrichtung am meisten empfehlenswerth.

6) Die Rückkehr zu einer wissenschaftlichen Sprache aller Culturvölker ist ein dringendes Bedürfniss.